

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) Patentschrift  
(10) DE 199 16 839 C 1

(51) Int. Cl. 7:  
F 15 B 13/02  
F 16 K 31/02

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:  
FESTO AG & Co, 73734 Esslingen, DE

(74) Vertreter:  
Patentanwälte Magenbauer, Reimold, Vetter &  
Abel, 73728 Esslingen

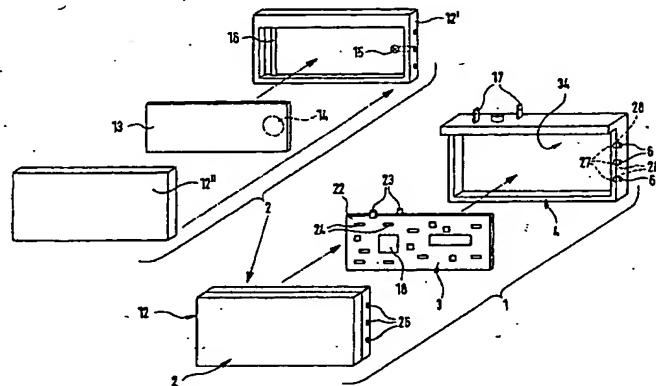
(72) Erfinder:  
Post, Peter, Dr., 73760 Ostfildern, DE; Hoffmann,  
Markus, Dipl.-Ing., 72649 Wolfschlugen, DE;  
Jentschke, Michael, 73773 Aichwald, DE; Bolz,  
Michael, 71334 Waiblingen, DE; Schweisser, Bernd,  
Dipl.-Ing., 73274 Notzingen, DE; Weinmann,  
Michael, Dr., 73655 Plüderhausen, DE

(55) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 42 32 519 C2  
DE 43 12 730 A1

(54) Vorsteuer-Ventileinrichtung

(57) Es wird eine Vorsteuer-Ventileinrichtung zur Verwen-  
dung als Komponente eines modular aufgebauten Ventil-  
konzeptes vorgeschlagen. Sie enthält ein Adaptionsteil (4), das mit einem standardisierten Vorsteuermodul (2)  
und einer diesem zugeordneten Ventilelektronik (3) aus-  
gestattet ist. Über das Adaptionsteil (4) erfolgt die indivi-  
duelle Anpassung an das jeweils anzusteuernde Haupt-  
ventil (5), zu welchem Zweck das Adaptionsteil (4) an das  
Hauptventil spezifisch angepaßte erste fluidische und er-  
ste mechanische Schnittstellenmittel (6, 7) aufweist.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorsteuer-Ventileinrichtung, gemäß dem Patentanspruch 1, die sich zur Ansteuerung eines Hauptventils eignet und mit diesem Hauptventil unter Bildung einer Ventileinheit kombiniert werden kann.

Zur Fluidsteuerung eingesetzte Ventileinheiten verfügen häufig über ein vorgesteuertes Hauptventil, wobei zur Vorsteuerung eine Vorsteuer-Ventileinrichtung zum Einsatz gelangt, die bisher in der Regel aus einem Magnetventil besteht. Dabei wird in der Regel das Magnetventil in Abhängigkeit vom zu betätigenden Hauptventil ausgewählt, was eine große Produktvielfalt erfordert und dementsprechend hohe Kosten verursacht.

Es kommt hinzu, daß auf dem Sektor der fluidischen Steuerungstechnik zunehmend Ventileinheiten mit sehr geringen Abmessungen gefordert werden. In diesem Zusammenhang wird in der DE 42 32 519 C2 eine durch einen Computerbus angesteuerte Ventilanordnung beschrieben, die eine Vielzahl von Ventileinheiten enthält, welche jeweils ein Leistungsventil mit angebauter Vorsteuerbaugruppe beinhalten. Die Vorsteuerbaugruppe kann jeweils in einen Anschlußstecker integriert sein und verfügt über einen ASIC mit zugeordnetem mikromechanischem Vorsteuerventil. Obgleich sich derartige Bauformen sehr gut für eine Miniaturisierung eignen, stehen einem Einsatz in größerem Rahmen bisher vor allem Kostennachteile entgegen. Die in der DE 42 32 519 C2 angesprochene spezifische Anpassung des Vorsteuerbauteils an den jeweiligen Anwendungsfällen und dabei insbesondere an unterschiedliche Hauptventil-Typen hat aufgrund der technologischen Problematik hohe Produktionskosten zur Folge.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorsteuer-Ventileinrichtung zu schaffen, die sich bei Bedarf in kleinen Abmessungen realisieren läßt und gleichwohl einen kostengünstigen Einsatz bei der Vorsteuerung unterschiedlicher Ventiltypen gestattet.

Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Vorsteuer-Ventileinrichtung als Komponente eines modular aufgebauten Ventilkonzepts, bei dem mehrere jeweils ein Hauptventil und mindestens eine Vorsteuer-Ventileinrichtung aufweisende Ventileinheiten vorgesehen sind, deren Hauptventile sich im Ventiltyp voneinander unterscheiden und deren Vorsteuer-Ventileinrichtungen übereinstimmend folgende Komponenten enthalten:

- (a) ein Adaptionsteil, das zur Verbindung mit dem jeweils vorzusteuernden Hauptventil dienende und ventiltypspezifisch an dieses angepaßte erste fluidische und erste mechanische Schnittstellenmittel aufweist,
- (b) mindestens ein als Piezo- und/oder Mikroventil ausgebildetes Vorsteuermodul, das einen von der Bauform des zugeordneten Hauptventils unabhängigen standardisierten Aufbau hat und das an dem Adaptionsteil fixiert ist, wobei an ihm vorgesehene standardisierte zweite fluidische Schnittstellenmittel über daran angepaßte dritte fluidische Schnittstellenmittel des Adaptionsteils mit einem in diesem verlaufenden und mit den ventiltypspezifischen ersten fluidischen Schnittstellenmitteln kommunizierenden Fluidkanalsystem verbunden sind, und
- (c) eine bei der Ansteuerung des Vorsteuermoduls mitwirkende Ventilelektronik, die als Baueinheit mit dem Vorsteuermodul ausgeführt oder separat am Adaptionsteil fixiert ist.

Auf diese Weise liegt eine Vorsteuer-Ventileinrichtung vor, die Bestandteil eines modularen Ventilkonzeptes ist, das

es ermöglicht, ein Piezo- und/oder Mikroventil zu Vorsteuerungszwecken einzusetzen, wobei der erfindungsgemäße Aufbau ungeachtet vom jeweils anzusteuernden Ventiltyp eine weitreichende Standardisierung ermöglicht, so daß ein

5 und dasselbe Vorsteuermodul vielfach Verwendung finden kann und dementsprechend die pro Ventilmittel anfallenden Produktionskosten verhältnismäßig niedrig gehalten werden können. Die ventilspezifische Anpassung an den jeweiligen Hauptventiltyp geschieht über das Adaptionsteil, das zum  
10 einen über standardisierte Schnittstellenmittel zur Ankopplung des Vorsteuermoduls und zum anderen über individualisierte Schnittstellenmittel zur Anbindung an das jeweilige Hauptventil verfügt. Da an dieses Adaptionsteil funktionell wesentlich niedrigere Anforderungen gestellt werden als an  
15 das Vorsteuermodul, ist die individuelle Adaption hier wesentlich kostengünstiger durchführbar als bei einer vergleichsweise unmittelbaren Adaption des Vorsteuermoduls selbst. Dementsprechend wirkt sich der für die Bereitstellung des Adaptionsteils notwendige bauliche Aufwand nicht  
20 nachteilig auf das Gesamtkonzept aus. Da schließlich auch noch die Ventilelektronik für das Vorsteuermodul platzsparend im Vorsteuermodul selbst untergebracht oder am Adaptionsteil fixiert ist, lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Konzept sehr kleine Ventileinheiten mit kompakten Abmessungen realisieren.

Zwar ist die Verwendung von Adapterteilen als solches auch auf dem Sektor der Ventiltechnik bereits bekannt. So zeigt beispielsweise die DE 43 12 730 A1 eine Ventilstation, bei der verschiedene Baugrößen von Fluidverteilern  
30 durch ein zwischengefügtes Adapterteil miteinander gekoppelt werden. Die Adaption geschieht hier allerdings nicht zur Anpassung standardisierter Komponenten an Komponenten individueller Bauart; sondern zur Verknüpfung individueller Komponenten untereinander. Zudem sind trotz der  
35 Verwendung eines Adapters bei der Verknüpfung der Fluidverteilern die an den Fluidverteilern angeordneten Ventile trotz unterschiedlicher Bauarten in konventioneller Weise unter spezifischer Anpassung montiert.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus  
40 den Unteransprüchen hervor.

Das Vorsteuermodul kann auf das Adaptionsteil aufgesetzt sein. Damit der hinsichtlich äußerer Einflüsse doch meist recht empfindliche Aufbau des Vorsteuermoduls besser geschützt ist, empfiehlt sich allerdings eine Bauform, bei  
45 der das Vorsteuermodul in einer angepaßten Aufnahme des Adaptionsteils plaziert ist. Ist die Ventilelektronik separat ausgebildet, findet sie zweckmäßigerweise ebenfalls geschützte Unterbringung in einer geeigneten Aufnahme des Adaptionsteils.

In der Regel wird der elektrische Anschluß der Vorsteuer-Ventileinrichtung an eine zugeordnete Steuereinrichtung über die Ventilelektronik erfolgen. Deren elektrische Verbindung mit dem Aktuator des Vorsteuermoduls kann dann entweder direkt oder über im Adaptionsteil verlaufende  
55 elektrische Leiter erfolgen. Letzteres hat den Vorteil, daß das Vorsteuermodul und die Ventilelektronik unabhängig voneinander installiert bzw. bei Fehlfunktionen deinstalliert werden können.

Insbesondere bei einem als Piezo-Ventil ausgestalteten Vorsteuermodul ist es von Vorteil, wenn die Ventilelektronik eine Spannungserhöhungsschaltung beinhaltet, die den Aktuator des Piezo-Ventils mit einer eventuell erforderlichen höheren Spannung versorgt.

Zweckmäßigerweise ist das Ventilmittel so ausgebildet,  
60 daß es die Funktionalität eines 3/2-Wegeventil aufweist. Um eine solche Funktionalität zu realisieren, könnten auch zwei getrennte Ventilmodule mit jeweils 2/2-Funktionalität vorgesehen sein, die dann steuerungstechnisch entsprechend

miteinander verknüpft werden.

Ein weiterer Kostenvorteil bei der Produktion der Vorsteuer-Ventileinrichtung stellt sich dann ein, wenn auch die Ventilelektronik einen standardisierten Aufbau hat, der an das standardisierte Vorsteuermodul angepaßt ist. Auf diese Weise können Hauptventile unterschiedlicher Typen mit einer und derselben Bauart des Vorsteuermoduls und der Ventilelektronik ausgestattet werden, wobei das Adaptionsteil als Verbindungsglied zum jeweiligen Hauptventil eingesetzt wird, das an seinen mit dem Hauptventil korrespondierenden fluidischen und mechanischen Schnittstellen an die entsprechend zugeordneten Schnittstellen des Hauptventils individuell angepaßt ist.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 das Grundkonzept der erfundungsgemäßen Vorsteuer-Ventileinrichtung anhand eines Ausführungsbeispiels in perspektivischer Explosionsdarstellung,

Fig. 2 eine Ventileinheit bestehend aus der Vorsteuer-Ventileinrichtung der Fig. 1 und einem zugeordneten Hauptventil,

Fig. 3 eine weitere mit einer bevorzugten Bauform der Vorsteuer-Ventileinrichtung ausgestattete Ventileinheit, stark schematisiert und im Bereich des Adaptionsteils und des Vorsteuermoduls teilweise aufgeschnitten, und

Fig. 4 eine weitere Ausführungsform der Vorsteuer-Ventileinrichtung mit einer abgewandelten Gestaltung des Adaptionsteils zur Anpassung an einen anderen Hauptventiltyp.

Die in Fig. 1 in ihren Einzelteilen dargestellte Vorsteuer-Ventileinrichtung 1 beinhaltet als wesentliche Bestandteile ein Vorsteuermodul 2, eine Ventilelektronik 3 und ein Adaptionsteil 4. Sie ist zur Verwendung als Komponente eines modular aufgebauten Ventilkonzeptes vorgesehen, wobei sie sich durch Modifikation lediglich des Adaptionsteiles 4 zum Einsatz bei der Vorsteuerung unterschiedlichster Typen von Hauptventilen 5 eignet, die in der Zeichnung in mehreren verschiedenen Bauformen abgebildet sind.

Bezugnehmend auch auf die Fig. 2 bis 4, ist das Adaptionsteil 4 als Verbindungselement zwischen einerseits dem Vorsteuermodul 2 mit zugeordneter Ventilelektronik 3 und andererseits einem beliebigen Hauptventil 5 ausgelegt. Unter Vermittlung des Adaptionsteiles 4 lassen sich die in standardisierter Bauweise ausgeführten Vorsteuerkomponenten in Gestalt des Vorsteuermoduls 2 und der Ventilelektronik 3 an die individuellen Schnittstellengegebenheiten des zu steuernden Hauptventils 5 adaptieren, so daß aufbauend auf einheitlichen Grundkomponenten ein variables modulares Ventilsystem realisierbar ist, das sich relativ kostengünstig produzieren läßt, weil die technologisch anspruchsvollen Komponenten als Gleichteile zum Einsatz kommen können.

Das Adaptionsteil 4 verfügt über erste fluidische Schnittstellenmittel 6, vorliegend in Gestalt von Anschlußöffnungen, und über erste mechanische Schnittstellenmittel 7, vorliegend eine geeignet strukturierte Montagefläche, deren Ausgestaltung sich individuell an den Gegebenheiten des vorzusteuernden Hauptventils 5 orientiert. Ist das vorzusteuernde Hauptventil 5 beispielsweise mit Gewindelöchern versehen, können die ersten mechanischen Schnittstellenmittel 7 in entsprechender Weise am Adaptionsteil 4 fixierte Befestigungsschrauben beinhalten, über die das Adaptionsteil 4 mechanisch am Hauptventil 5 befestigt wird.

Das Vorsteuermodul 2 ist bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 3 als miniaturisiertes Piezo-Ventil ausgebildet. Im Falle der Fig. 4, die eine gleichzeitig mit zwei Vorsteuer-Ventileinrichtungen 1 ausgestattete Ventileinheit 8 zeigt, sind die Vorsteuermodule 2 von Mikroventilen gebildet, die durch mikromechanische Fertigungsverfahren hergestellt

wurden. Häufige Vertreter dieser Ventilart sind Mikroventile in Mehrschichtaufbau, die durch Ätz- oder Abformungsprozesse durch Mikrostrukturierungsverfahren realisiert werden. Ihr Gehäuse besteht meist aus Silicium- und/oder Kunststoffmaterial.

Derart aufgebaute Vorsteuermodule bedürfen zu ihrer Herstellung eines relativ hohen technologischen Aufwandes. Es besteht daher das Interesse, derartige Produkte in hohen Stückzahlen zu fertigen. Durch das erfundungsgemäße Modulkonzept ist diese Möglichkeit gegeben, indem die Vorsteuermodule 2 ungeachtet des spezifischen Aufbaues des zu steuernden Hauptventils 5 eine unverändert gleiche, das heißt standardisierte Bauweise haben, so daß jede der durch die Kombination mit einem Hauptventil 5 entstehenden Ventileinheiten 8 mit dem gleichen Vorsteuermodul 2 ausgestattet ist. Die individuelle Anpassung an das jeweilige Hauptventil 5 geschieht durch spezifische Ausgestaltung des zugeordneten Adaptionsteiles 4 und dabei insbesondere der an diesem vorgesehenen ersten fluidischen und mechanischen Schnittstellen 6, 7.

Das beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 bis 3 eingesetzte Vorsteuermodul 2, das in Fig. 1 nochmals schematisch in Einzelteilen gezeigt ist, beinhaltet ein mehrteiliges und dabei vorzugsweise zweiteiliges Modulgehäuse 12, dessen Gehäuseteile 12', 12'' beispielsweise durch Kleben oder durch Ultraschall- oder Laserschweißen fest und fluiddicht miteinander verbunden sind. Im Innern des Modulgehäuses 2 ist ein Piezo-Aktuator 13, vorliegend ein Biegewandler, installiert, der über eine Steuerpartie 14 verfügt, die in der Lage ist, eine im Modulgehäuse 12 ausgebildete Ventilöffnung 15 zu steuern. Der Piezo-Aktuator 13 ist bei allen Vorsteuermodulen 2 identisch, hat also einen standardisierten Aufbau mit gleichen Abmessungen und gleichen Auslegungen für elektrische Spannungen. Beim Ausführungsbeispiel ist ein Hub des Piezo-Biegers von 0,1 mm vorgesehen.

Das Modulgehäuse 12 hat ebenfalls einen Standardaufbau, wobei zweckmäßigerweise ein relativ hochwertiger Kunststoff zum Einsatz gelangt. Er beinhaltet außer der auch als Düse bezeichnenbaren Ventilöffnung 15 insbesondere Einspannmittel 16 für die Einspannung des Piezo-Aktuators 13.

Die Herstellung des Vorsteuermoduls 2 erfolgt unabhängig vom Adaptionsteil 4 und gestaltet sich daher relativ kostengünstig. Dabei ist das hergestellte Vorsteuermodul 2 zweckmäßigerweise in sich arbeitsfähig und weist beim Ausführungsbeispiel die Funktionalität eines 3/2-Wegevents auf.

Dem Vorsteuermodul 2 ist zu seiner Ansteuerung die schon erwähnte Ventilelektronik 3 zugeordnet. Auch sie hat zweckmäßigerweise einen standardisierten Aufbau, der von der spezifischen Ausgestaltung des Adaptionsteils 4 unabhängig ist.

Die Ventilelektronik 3 ist über elektrische Kontaktmittel 17 mit einer nicht näher gezeigten elektronischen Steuereinrichtung koppelbar, über die sie die erforderlichen Steuersignale erhält, auf deren Basis sie das Vorsteuermodul 2 mit geeigneten elektrischen Betätigungs signalen versorgt. Beim Ausführungsbeispiel enthält die Ventilelektronik 3 unter anderem eine Spannungserhöhungsschaltung 18, um die bei elektro-pneumatischen Anwendungen üblicherweise anliegende Spannung von 24 Volt auf die für den Betrieb eines Piezo-Ventils regelmäßig erforderliche höhere Spannung anzuheben.

Wie aus Fig. 1 gut ersichtlich ist, beinhaltet die Ventilelektronik 3 zweckmäßigerweise eine Leiterplatte 22, die mit den erforderlichen elektronischen Bauteilen besickt ist.

Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 sind die elektrischen Kontaktmittel 17 an dem Adaptionsteil 4 vorgese-

hen. Die Ventilelektronik 3 besitzt in diesem Fall geeignete elektrische Verbindungsmittel 23, über die die elektrische Kopplung der Ventilelektronik 3 mit den elektrischen Kontaktmitteln 17 erfolgt. Bei diesen elektrischen Verbindungsmittern 23 kann es sich beispielsweise um Steckkontaktelement, Berührkontaktelement oder einfach um festgelötete Kabel handeln.

Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 3 sind die elektrischen Kontaktmittel 17 unmittelbarer Bestandteil der Ventilelektronik 3 und zweckmäßigerweise fest mit der Leiterplatte 22 verbunden. In allen diesen Fällen sind weitere elektrische Verbindungsmitter 24 vorgesehen, über die die Ventilelektronik 3 mit dem Vorsteuermodul 2 und dabei insbesondere mit dessen Aktuator elektrisch gekoppelt ist. Der Aktuator kann, wie schon erwähnt, ein Piezo-Aktuator 13 oder ein sonstiger geeigneter Aktuator sein, beispielsweise aufbauend auf elektrostatischem oder magnetostriktivem Wirkprinzip.

Bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 3 sind das Vorsteuermodul 2 und die Ventilelektronik 3 separat ausgeführt und jeweils für sich am Adaptionsteil 4 fixiert. Dabei können die weiteren elektrischen Verbindungsmitter 24 wie abgebildet direkt zwischen dem Vorsteuermodul 2 und der Ventilelektronik 3 verlaufen, es wäre jedoch auch möglich, die Kontaktierung über im Adaptionsteil 4 integrierte elektrische Leiter zu bewirken, wie dies bei 25 strichpunktiert angedeutet ist. Diese letztgenannte Bauform hat in der Regel den Vorteil, daß das Vorsteuermodul 2 und die Ventilelektronik 3 gänzlich unabhängig voneinander montiert und demontiert werden können, da sie keine direkte Verbindung benötigen, was bei der Herstellung und auch bei Wartungsarbeiten eine vereinfachte Handhabung gestattet. Die Kontaktierung mit den elektrischen Leitern 25 kann hier vorzugsweise durch Steck- oder Berührkontaktelement erfolgen.

Bei der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform ist die Ventilelektronik 3 jeweils unmittelbar in das zugeordnete Vorsteuermodul 2 integriert. Die zur Verbindung mit einer übergeordneten Steuereinrichtung vorgesehenen elektrischen Kontaktmittel 17 befinden sich hierbei zweckmäßigerweise am Vorsteuermodul 2.

Jedes Vorsteuermodul 2 verfügt über zweite fluidische Schnittstellenmittel 26, die in standardisierter Verteilung und Ausgestaltung ausgeführt sind und die im am Adaptionsteil 4 montierten Zustand mit an diesem vorgesehenen dritten fluidischen Schnittstellenmitteln 27 in abgedichteter Fluidverbindung stehen. Diese dritten fluidischen Schnittstellenmittel 27 gehören zu einem das Adaptionsteil 4 durchziehenden, aus einer den Anforderungen entsprechenden Anzahl von Fluidkanälen bestehenden Fluidkanalsystem 28, das andererseits mit den individualisierten ersten fluidischen Schnittstellenmitteln 6 kommuniziert.

Unabhängig vom anzusteuernden Hauptventil 5 sind die dritten fluidischen Schnittstellenmittel 27 in einer der standardisierten Verteilung der zweiten fluidischen Schnittstellenmittel 26 entsprechenden Verteilung am Adaptionsteil 4 vorgesehen. Darüber hinaus enthält das Vorsteuermodul in der Zeichnung nur schematisch angedeutete zweite mechanische Schnittstellenmittel 32, die mit am Adaptionsteil 4 vorgesehenen dritten mechanischen Schnittstellenmitteln 33 zusammenarbeiten, um eine feste Fixierung des Vorsteuermoduls 2 am Adaptionsteil 4 zu bewirken. Die zweiten und dritten mechanischen Schnittstellenmittel 32, 33 könnten beispielsweise eine Schraubverbindungseinrichtung oder eine Rastverbindungseinrichtung darstellen. Auch diese zweiten und dritten mechanischen Schnittstellenmittel 32, 33 sind zweckmäßigerweise in standardisierter Form ausgeführt.

Bei allen in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbei-

spielen ist eine Unterbringung des Vorsteuermoduls 2 und der zugeordneten Ventilelektronik 3 in einer angepaßten Aufnahme 34, 35 des Adaptionsteils 4 vorgesehen. Während dabei im Falle der Bauformen gemäß Fig. 1, 2 und 4 beide vorerwähnten Komponenten in einer gemeinsamen Aufnahme 34 plaziert sind – wobei sich die Ventilelektronik 3 im Falle der Fig. 4 im Innern des Vorsteuermoduls 2 befindet –, erfolgt beim Ausführungsbeispiel der Fig. 3 eine Fixierung der beiden Komponenten in zwei voneinander getrennten Aufnahmen 34, 35 des Adaptionsteils 4.

Bei diesem letztgenannten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist ein als 5/2-Wegeventil ausgebildetes Hauptventil 5 vorgesehen, in dem ein Speisekanal 36 verläuft, über den eine Einspeisung des zu steuernden fluidischen Druckmediums, beispielsweise Druckluft, erfolgt. Des Weiteren erstrecken sich im Hauptventil 5 zwei Entlüftungskanäle 37, 37' und zwei strichpunktiert angedeutete, zur Verbindung mit einem zu betätigenden Verbraucher dienende Arbeitskanäle 38, 38'. Alle diese vorerwähnten Kanäle kommunizieren mit einer länglichen Ausnehmung 42, in der ein beispielsweise schieberartiges Ventilglied 43 bewegbar angeordnet ist. Über die Vorsteuer-Ventileinrichtung 1 läßt sich die Stellung des Ventilgliedes 43 beeinflussen und dementsprechend die fluidtechnische Verschaltung der Arbeitskanäle 38, 38' in an sich bekannter Weise.

Das Hauptventil 5 enthält eine Montagefläche 44, zu der hin zum einen die Ausnehmung 42 offen ist und an der sich ferner vier fluidische Schnittstellenmittel 45 befinden, die von den Mündungen zweier von dem Speisekanal 36 und den Entlüftungskanälen 37, 37' abgezweigter Kanäle gebildet sind, die nachfolgend als Speise-Zweigkanal 46 und Entlüftungs-Zweigkanal 47 bezeichnet seien.

Die Vorsteuer-Ventileinrichtung 1 ist mit ihrem Adaptionsteil 4 an die Montagefläche 44 angebaut, wobei sie an dieser mit einer Befestigungsfläche 48 zu liegen kommt, die Bestandteil der ersten mechanischen Schnittstellenmittel 7 ist. Mittels Schrauben oder anderen Befestigungsmitteln 52, die ebenfalls zu den ersten mechanischen Schnittstellenmitteln 7 gehören, ist das Adaptionsteil 4 an dem Hauptventil 5 befestigt.

Das Fluidkanalsystem 28 des Adaptionsteils 4 beinhaltet beim Ausführungsbeispiel der Fig. 3 einen Vorsteuer-Speisekanal 53 und einen Vorsteuer-Entlüftungskanal 54, die über die miteinander korrespondierenden ersten und vierten fluidischen Schnittstellenmittel 6, 45 miteinander gekoppelt sind. Ein Vorsteuer-Arbeitskanal 55 des Fluidkanalsystems 28 hat einen zur Befestigungsfläche 48 hin offenen erweiterten Endabschnitt 56, dessen Öffnung wiederum Bestandteil der ersten fluidischen Schnittstellenmittel 6 ist und die mit der an der Montagefläche 44 vorgesehenen Öffnung der Ausnehmung 42 korrespondiert. Das Ventilglied 43 taucht mit einem eine Beaufschlagungsfläche 57 aufweisenden und beispielsweise kolbenartigen Stellkörper 58 in den erweiterten Endabschnitt 56 des Vorsteuer-Arbeitskanals 55 ein.

Das vorliegend als 3/2-Wegeventil ausgeführte Vorsteuermodul 2 ist nun über die Ventilelektronik 3 beispielsweise derart ansteuerbar, daß es in einer ersten Schaltstellung den mit dem Speisekanal 36 verbundenen Vorsteuer-Speisekanal 53 zum Vorsteuer-Arbeitskanal 55 durchschaltet, so daß die Beaufschlagungsfläche 57 mit einem Betätigungsdruck beaufschlagt und das Ventilglied 43 in eine erste Schaltstellung umgeschaltet wird. Des Weiteren läßt sich das Vorsteuermodul 2 über die als Ansteuerelektronik wirkende Ventilelektronik 3 dahingehend aktivieren, daß der Vorsteuer-Speisekanal 53 abgesperrt und der Vorsteuer-Arbeitskanal 55 über den mit mindestens einem Entlüftungskanal 37 des Hauptventils 5 verbundenen Vorsteuer-Entlüftungskanal 54 entlüftet wird. Dadurch ist ein beispielsweise von einer Fe-

dereinrichtung gebildeter Rückstellmechanismus 62 in der Lage, das Ventilglied 43 in die ursprüngliche Schaltstellung zurückzuverlagern.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3 ist die das Vorsteuermodul 2 enthaltende Aufnahme 34 als über Eck gehende Vertiefung im Adaptionsteil 4 ausgebildet. Die Aufnahme 35 für die Ventilelektronik 3 hat einen taschenähnlichen Aufbau und liegt seitlich neben dem Vorsteuermodul 2.

Während beim Ausführungsbeispiel der Fig. 3 das Adaptionsteil 4 eine im wesentlichen plattenähnliche Gestalt hat, weist es beim Ausführungsbeispiel der Fig. 4 eine L-förmige Bauweise auf. Einer der L-Schenkel enthält die Aufnahme 34 für das Vorsteuermodul 2, in dessen Innerem gleichzeitig die Ventilelektronik 3 enthalten ist. Die Funktionsweise stimmt beispielsweise mit der zu Fig. 3 erläuterten überein, wobei einander entsprechende Bestandteile mit den gleichen Bezeichnungen versehen wurden. Das Hauptventil 5 hat hier allerdings eine etwas abweichende Gestaltung, indem zusätzlich zum Speisekanal 36 mindestens ein separater Vorsteuerkanal 63 vorgesehen ist, der mit unter einem gewünschten Vorsteuerdruck stehendem Fluid beaufschlagt wird und von dem hier der mit dem Vorsteuer-Speisekanal 53 kommunizierende Speise-Zweigkanal 46 ausgeht. Außerdem erstreckt sich das Ventilglied 43 über seine gesamte Länge innerhalb des Hauptventiles 5, so daß der im Adaptionsteil 4 verlaufende Vorsteuer-Arbeitskanal 55 über erste fluidische Schnittstellenmittel 6 derart zum Hauptventil 5 hin ausmündet, daß er mit dem zugewandten stürzeitigen Endabschnitt der Ausnehmung 42 kommuniziert.

Weiter abweichend von der Ausführungsform gemäß Fig. 3 ist vorgesehen, daß das Ventilglied 43 in beiden Richtungen durch Fluidkraft betätigt wird, zu welchem Zweck das Hauptventil 5 gleichzeitig mit zwei Vorsteuer-Ventileinrichtungen 1 ausgestattet ist.

Durch die beispielhafte Realisierung der Vorsteuer-Ventileinrichtung ergeben sich zahlreiche Vorteile. Basiert das Vorsteuermodul 2 auf einem Piezo-Ventil, können standisierte Piezo-Bieger mit standardisierten Abmessungen und elektrischen Spannungen eingesetzt werden, desgleichen kann das Modulgehäuse in standardisierter Bauform 40 konzipiert werden, beispielsweise aus Kunststoffmaterial, wobei der Piezo-Aktuator vormontiert und vorjustiert werden kann. Es ist ferner möglich, eine standardisierte Ventilelektronik einzusetzen, wobei insgesamt durch ein ventilmilienpezifisches Adaptionsteil 4 eine pneumatische und elektrische Anpassung an den anzusteuernenden Ventiltyp vorgenommen werden kann. Das Adaptionsteil 4 kann zumindest partiell gehäuseartig ausgeführt sein, so daß man von einem Adoptionsgehäuse sprechen könnte. Am jeweiligen Hauptventil selbst sind konstruktive Veränderungen nicht 50 notwendig, die Anpassungsmaßnahmen beschränken sich auf das Adaptionsteil 4.

#### Patentansprüche

55

1. Vorsteuer-Ventileinrichtung als Komponente eines modular aufgebauten Ventilkonzepts, bei dem mehrere jeweils ein Hauptventil (5) und mindestens eine Vorsteuer-Ventileinrichtung (1) aufweisende Ventileinheiten (8) vorgesehen sind, deren Hauptventile (5) sich im Ventiltyp voneinander unterscheiden und deren Vorsteuer-Ventileinrichtungen (1) übereinstimmend folgende Komponenten enthalten:

(a) ein Adaptionsteil (4), das zur Verbindung mit dem jeweils vorzusteuernden Hauptventil (5) dienende und ventiltypspezifisch an dieses angepaßte erste fluidische (6) und erste mechanische (7) Schnittstellenmittel aufweist,

60

65

(b) mindestens ein als Piezo- und/oder Mikroventil ausgebildetes Vorsteuermodul (2), das einen von der Bauform des zugeordneten Hauptventils (5) unabhängigen standardisierten Aufbau hat und das an dem Adaptionsteil (4) fixiert ist, wobei an ihm vorgesehene standardisierte zweite fluidische Schnittstellenmittel (26) über daran angepaßte dritte fluidische Schnittstellenmittel (27) des Adaptionsteils (4) mit einem in diesem verlaufenden und mit den ventiltypspezifischen ersten fluidischen Schnittstellenmitteln (6) kommunizierenden Fluidkanalsystem (28) verbunden sind, und (c) eine bei der Ansteuerung des Vorsteuermoduls (2) mitwirkende Ventilelektronik (3), die als Baueinheit mit dem Vorsteuermodul (2) ausgeführt oder separat am Adaptionsteil (4) fixiert ist.

2. Vorsteuer-Ventileinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorsteuermodul (2) und/oder die zugeordnete Ventilelektronik (3) in einer angepaßten Aufnahme (34, 35) des Adaptionsteils (4) platziert sind.

3. Vorsteuer-Ventileinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorsteuermodul (2) und die bezüglich diesem separate Ventilelektronik (3) in getrennten Aufnahmen (34, 35) des Adaptionsteils (4) platziert sind.

4. Vorsteuer-Ventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilelektronik (3) und das Vorsteuermodul (2) bei separater Ausgestaltung direkt elektrisch kontaktiert sind.

5. Vorsteuer-Ventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilelektronik (3) und das Vorsteuermodul (2) bei separater Ausgestaltung über im Adaptionsteil (4) verlaufende elektrische Leiter (25) elektrisch kontaktiert sind.

6. Vorsteuer-Ventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilelektronik (3) eine Spannungserhöhungsschaltung (18) beinhaltet.

7. Vorsteuer-Ventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorsteuermodul (2) die Funktionalität eines 3/2-Wegeventils aufweist.

8. Vorsteuer-Ventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilelektronik (3) einen standardisierten Aufbau hat.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

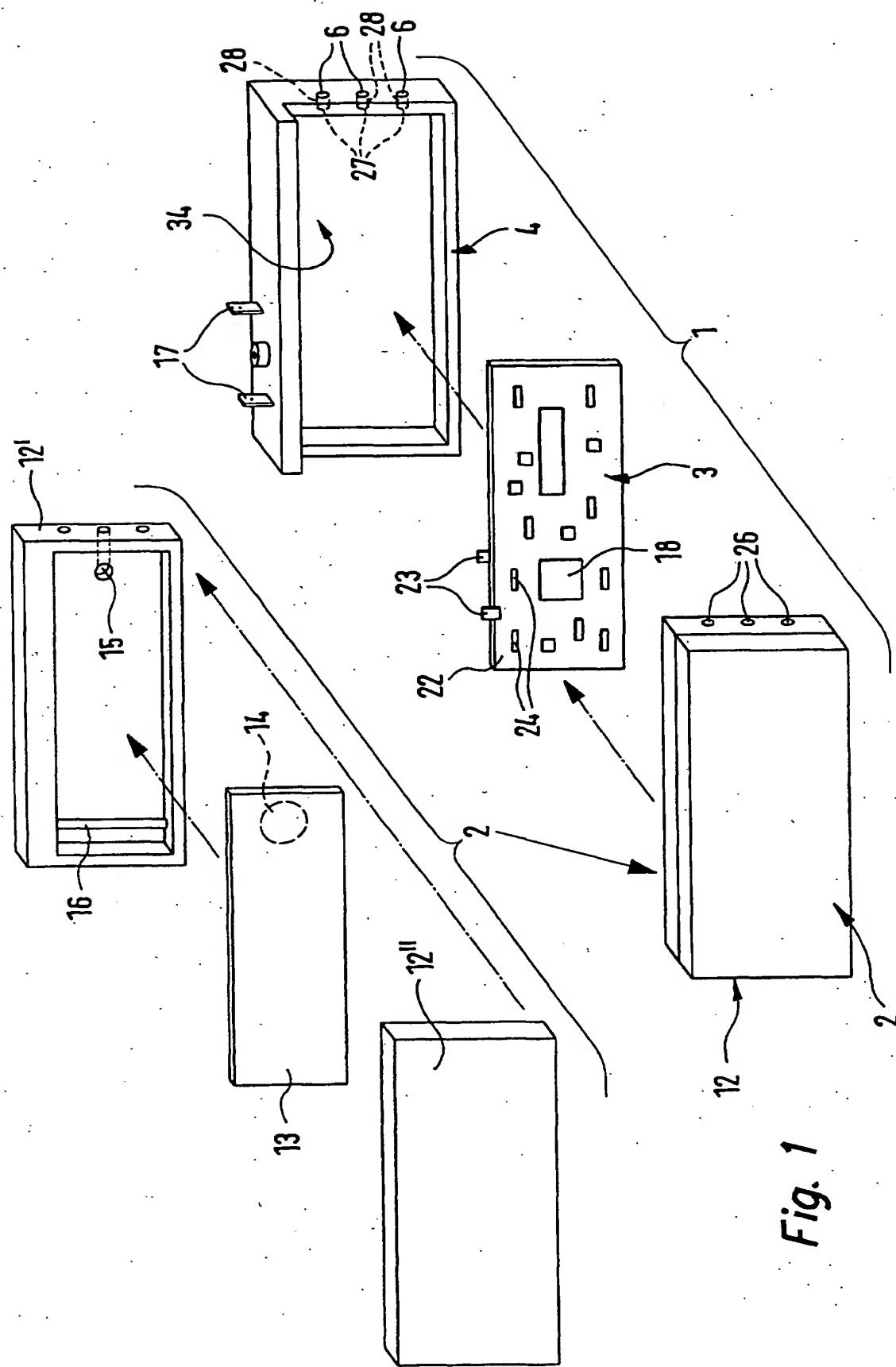
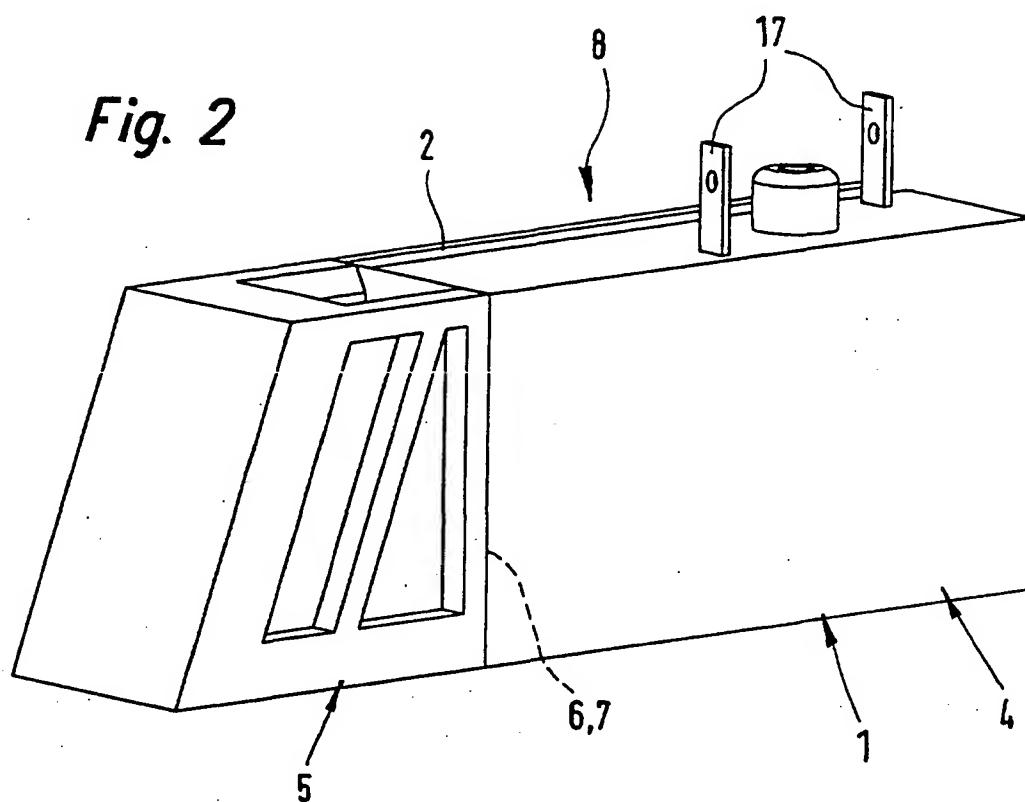


Fig. 1

Fig. 2



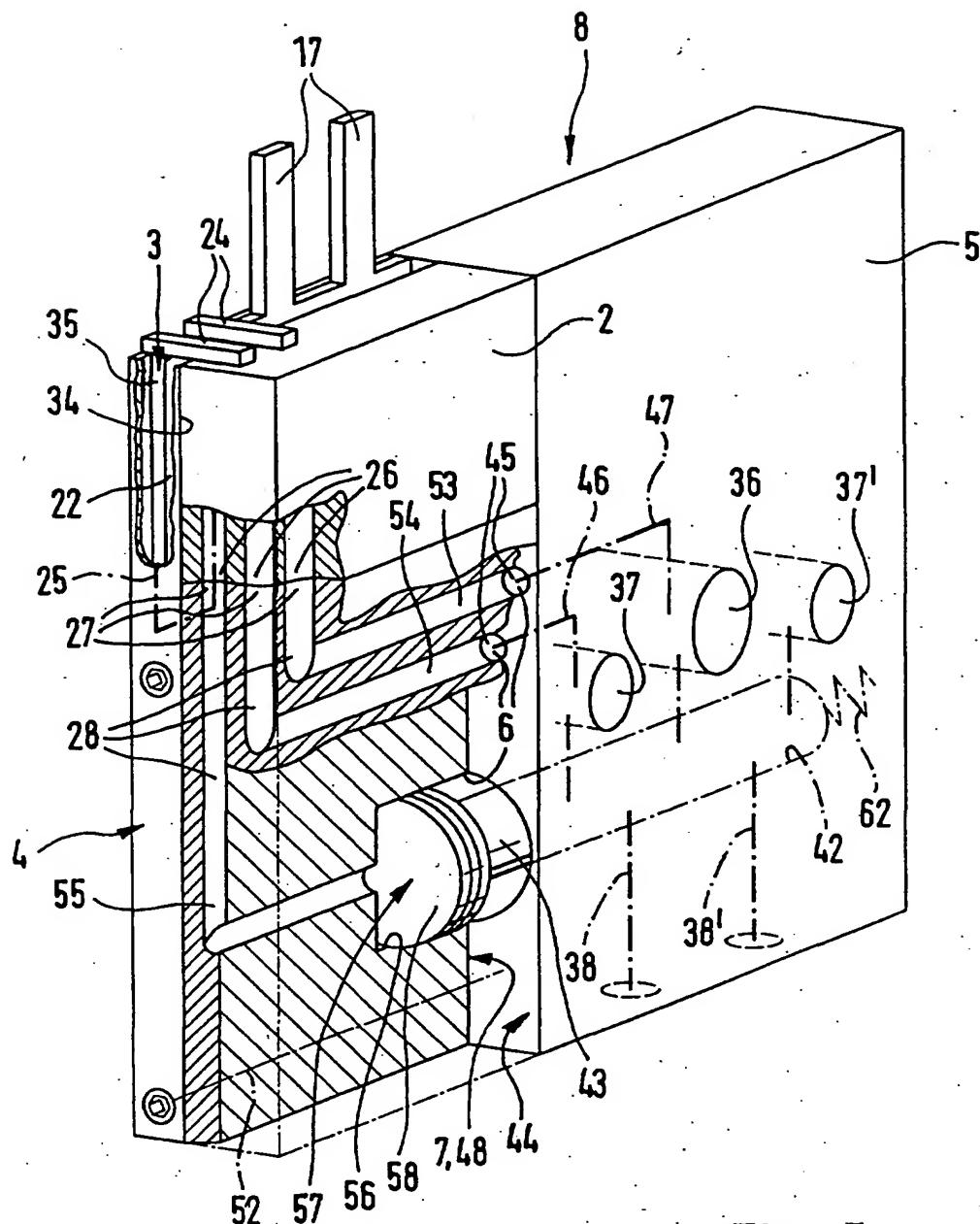


Fig. 3

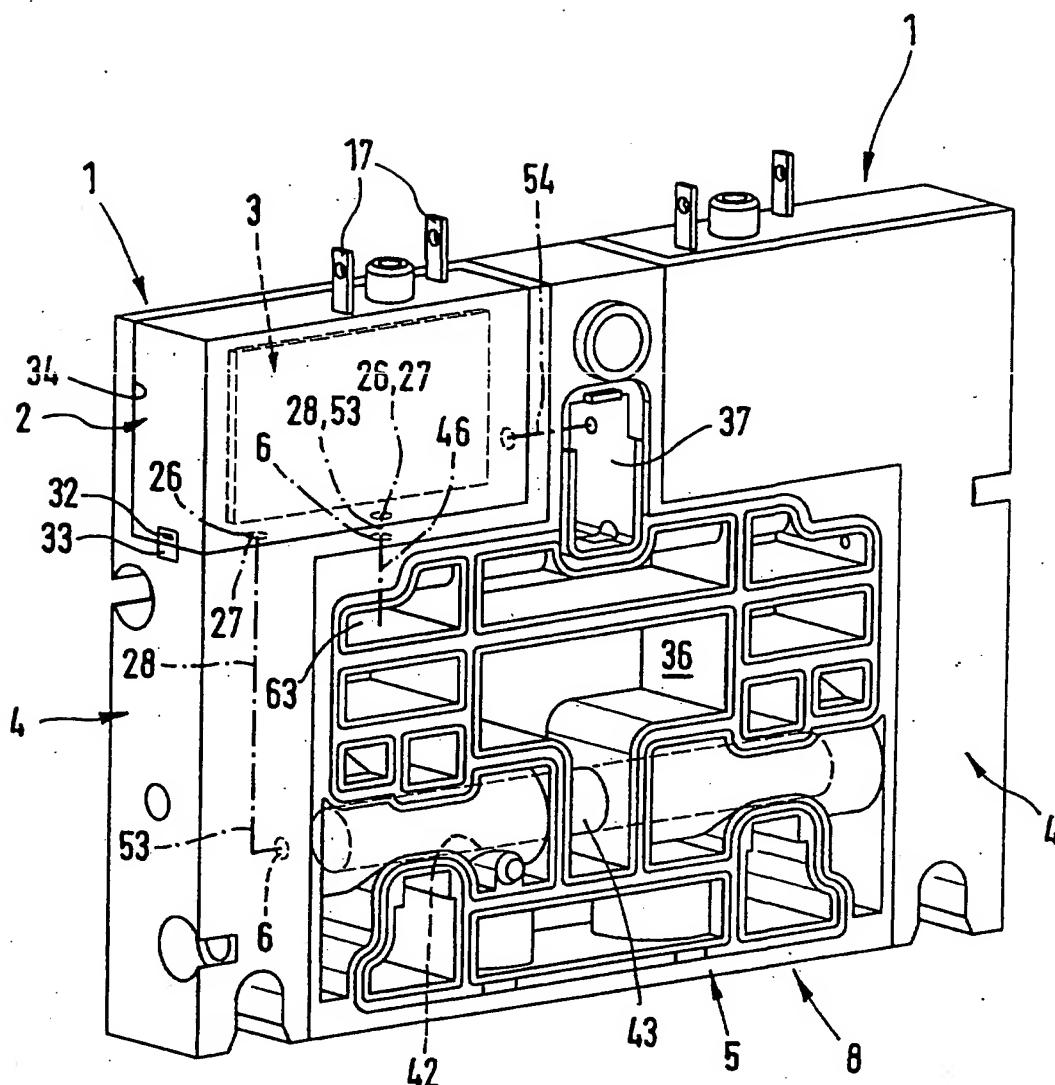


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**